

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**German  
Patent Office**

**(10) Laid Open Document  
(11) 29 40 325 A1**

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>:  
**G 01 N 17/00**  
G 01 J 1/42  
G 01 J 3/38

(21) File number: P 29 40 325.6-52  
(22) Application date: 04 October 1979  
(43) Date document laid open: 9 April  
1981

(71) Applicant: Original Hanau Heraeus GmbH, 6450 Hanau, DE

(72) Inventor: Schmid, Helmut, Dr., 4150 Krefeld, DE; Bock, Martin, 4100 Duisburg, DE;  
Kaempf, Guenther, Dr., 4150 Krefeld, DE

(54) Meter to measure the amount of radiation

## Patent Claims

- 1) Meter to measure the amount of radiation for determining the amount of radiation when irradiating or weathering samples, especially for accelerated weathering equipment containing a configuration for narrowing or dispersing the spectrum of radiation, an entrance slit and a radiation detector, where the entrance slit is designed to be on the radiation detector and containing a light guide from the area of the samples that are placed in the accelerated weathering equipment to the entrance slit, just as supply equipment, storage equipment and indicators is characterized in that in the meter to measure the amount of radiation (15) a grating (12) is present for dispersing the radiation and radiation detectors (14) are present which can be changed such that the radiation intensity and amount can be measured in at least two selectable, spectrally limited ranges of the impinging radiation of the UV spectral range.
- 2) Configuration according to claim 1 is characterized in that the radiation detector (14) is a photodiode array (20, 21).
- 3) Configuration according to claim 1 and 2 is characterized in that several stationary light guides (1, 2, 3) lead, starting from various locations (4, 5, 6) in the accelerated weathering equipment, to the slit (10) of the meter to measure the amount of radiation (15) where they are condensed (8) and the amount of radiation that comes from all of the light guides (1, 2, 3) can be detected in the chosen spectral range by the radiation detector (14).
- 4) Configuration according to claim 1 and 2 is characterized in that several light guides (1, 2, 3) on the sample carousel instead of samples lead, starting at various locations (4, 5, 6) of the cross-sectional surface of the samples in the accelerated weathering equipment (7), to the slit (10) of the meter to measure the amount of radiation (15) where they are condensed (8) and the amount of radiation coming from all of the light guides (1, 2, 3) can be detected in the chosen spectral range by the radiation detector (14).

### Meter to measure the amount of radiation

The invention relates to a meter for measuring the amount of radiation for the wavelength selective determination of the amount of radiation when irradiating or weathering samples, especially in accelerated weathering units, above all when using units with xenon or mercury emitters. The meter to measure the amount of radiation contains a configuration for narrowing or dispersing the spectrum of radiation, an entrance slit and a radiation detector, where the entrance slit is designed to be on the radiation detector and containing a light guide from the area of the samples that are placed in the accelerated weathering equipment, just as supply equipment, storage equipment and indicators.

In testing the light and weather stability of inorganic and organic pigments, plastics or paints, the samples to be examined are exposed to natural weathering. In many cases, the weathering is conducted on accelerated weathering devices with radiation sources of very high intensity, in order to shorten the testing time, said sources often times also contain a higher UV portion. It has been shown, however, for both the natural weathering as also for the accelerated weathering that a correlation with the exposure time leads by itself to very largely scattered results, especially because the light impinging on the samples during the exposure time changes, both in intensity and also in its spectral distribution. Especially when using accelerated weathering units of a different construction, a comparison of the results is often not possible, especially then if various radiation sources (carbon arc, xenon, high-pressure mercury or fluorescence emitters) are used in the devices.

In radiation measuring devices known in the art, the possibility exists to recognize at least qualitative changes in the radiation hitting the radiation detector in narrow spectral ranges by placing various filters in-line in the beam path, prior to the radiation detectors of the measuring devices. A configuration is already known in which a filter can be placed, in an interchangeable manner, into the beam path of the counter for the amount of radiation. In another embodiment of a known radiation intensity measuring device three different filters are swung into the beam path, one alternating after another, and the radiation intensities of the three wavelength ranges are registered in an alternating manner. Both configurations are suited only for determining the radiation of xenon arc emitters.

Such a configuration is, however, not sufficient for various reasons. One knows that the degradation behavior of binders or pigments is strongly dependent on the spectral composition of the impinging light. Thus, the need exists to expose the samples to the type of radiation which is best tuned to the photoactive range of the binder and/or pigment. Therefore, the meter for measuring the amount of radiation has to be designed such that the radiation of the desired spectral range(s) is detected.

Furthermore, the constancy of the sensitivity in the wavelength range of interest is not assured in the configurations known in the art; through the strong exposure the properties of bell-jar filters and interference filters change without being known and without being able to control it. This all leads to significant uncertainties about the actual amount of radiation hitting the samples and due to this the result is the known, annoying large scatter of the measurements for the

tests with accelerated weathering equipment, especially for measuring the amount of radiation of the UV spectral range that is of predominant interest.

If one works with a unit that only contains one filter then a differentiated statement about the amount of radiation hitting the samples is not possible over the wavelength range. On the other hand, if one works with the unit that has three filters, then short duration fluctuations in the radiation intensity by temporary changes are not reliably detected. Both units demonstrate the mentioned instabilities of the filters employed.

In practice, the exposure time is applied in lieu of the determination of the radiation amount as the quantity of the radiation that impinges upon the samples. This method assumes constant radiation distribution and constant intensity of the radiation sources (radiation on the earth in natural weathering, man-made radiation sources in accelerated weathering), these sources with constant intensity do not exist, in general.

The objective of the invention to avoid the disadvantages just mentioned and to develop a measuring unit that can be adapted to the measurement task, that means, that the measurement range coincides with the optimum range(s) for the irradiating of the samples and a simple adaptation is possible, and that a recalibration or adjustment during the irradiating step can be avoided as best as possible. The objective is solved by a meter to measure the amount of radiation which is characterized in that in the meter to measure the amount of radiation a grating is present for dispersing the radiation and radiation detectors are present which can be changed such that the radiation intensity and amount can be measured in at least two selectable, spectrally limited ranges of the impinging radiation of the UV and visible spectrum. A photodiode array is preferably the radiation detector. It is also advantageous if several light guides lead, starting from various locations in the accelerated weathering equipment, to the slit of the meter to measure radiation, where they are condensed and thus the amount of radiation that comes from all of the light guides can be detected in the chosen spectral range. Thus, the radiation inhomogeneities of the beams in the accelerated weathering equipment can be identified. Furthermore, this type of measuring unit can also be used in accelerated weathering units which have more than one emitter. Additionally it is advantageous if in addition to the measurement of the amount of radiation which is integrated over time and/or over a certain wavelength range that also the instantaneous radiation intensity can be indicated.

If the dispersion in the radiation meter takes place through a radiation-resistant, dispersive element such as with a prism or grating it is assured that the sensitivity and wavelength constancy of the meter to measure the amount of radiation remains unchanged. Most preferred is a reflection grating. Through the measure that at least two radiation detectors are present which can be changed, it is assured that the optimally suited radiation for the test is also measured. If the impinging amount of light is measured, with the second or with another radiation detector, in a spectral range that is not identical with that optimum range for the binder or pigment test, then especially from an experimental viewpoint significant advantages result from this. With the second or additional detector a spectral range can be detected, for example, which is laid down by standards. Likewise, a measurement can also be referenced to other values of the spectral range, where through this a connection, above all, is also possible to other series of measurements. From changes in the intensity in various spectral ranges one can additionally make conclusions about the aging behavior of the radiation source. The photodetectors would be able to encompass areas in the range of 300 nm to 700 nm, preferably in the range of 300 nm up to 450 nm.

It is very easy, with the invented configuration, to also measure the instantaneous value of the radiation in addition to the measurement of the amount of radiation which requires an integration, without disturbing the measurement of the amount of radiation.

With the invented configuration it is easily possible to provide a mechanical configuration for the lateral shifting of the photodetector in the plane of the slit and thus to optimize at the beginning of a measurement the configuration for every test. A photodiode array is especially suited as the photodetector, said photodiode array can naturally be shifted laterally in the same manner as individual detectors where it generally suffices, however, to not mechanically change the diode array and to receive the signals from the individual diodes and diode groups that "presently fit" which results through the orientation of the grating to the detector. With such a diode array it is, for example, also easily possible to determine the spectrum of the radiation source during an experiment; thus aging phenomena of the radiation source and of the often used radiation converter filter can also be easily and unambiguously recognized.

It is also understandable that the invented meter to measure the amount of radiation can also be constructed as a battery device. The electronic components consist preferably of energy-saving integrated Complementary Metal – Oxide silicon (CMOS) circuits in connection with a surveillance circuit and warning circuit in reference to low voltage of the battery. The device can be built to be very small.

The amount of radiation, per unit surface area, impinging on the samples to be weathered fluctuates as a function of time and location in known accelerated weathering apparatus. There is one-sided contamination and incrustation formation on the lamps and on the radiation converter filters.

Especially large time and location fluctuations of the radiation intensity are present when using carbon arc emitters. These devices generally contain three radiation sources, where in alternation always only one emitter is activated. The emitter which is correspondingly activated during the alternation does not statistically exist in short time periods.

As is known in the art, the position of the samples is therefore changed according to a certain rhythm. With a special embodiment of the invented configuration the location fluctuations can be assessed. For this the light guides attached to several locations in the experimental apparatus are converged and are led to the slit of the measuring apparatus. The optics in the device have to be designed such that the light exiting from all of the light guides is also registered.

In one embodiment the unit is in the sample carousel instead of one or several samples. The unit is then hung correspondingly in the regular holders for the samples. The necessary space requirements of the devices (width of the cross-sectional area to be tested) can be held small as a consequence of the light guides used (for example 1 cm up to 3 cm). With this equipment the determination of the radiation both as a function of time and also location (horizontal and vertical) is completely possible.

The complete determination is absolutely necessary for measuring the amount of radiation for accelerated weathering equipment with carbon arc emitters. The use of stationary light guides in the equipment is generally sufficient for equipment with xenon arc emitters or high-pressure mercury emitters. This is especially true if one only employs those type of selected lamps in the accelerated weathering equipment whose geometric design is held constant in tight tolerances.

Through the possibility, with the invented configuration to detect the impinging amount of radiation much more precisely, a very significant narrowing of the scatter in the data is achieved in natural weathering experiments, just as especially in various accelerated weathering configurations and in experiments in the same apparatus which take place temporally after one another.

The configuration is described in the following through an example and is represented in the drawing.

Figure 1 shows the beam path in a meter to measure the amount of radiation

Figure 2 shows a block circuit diagram of the electrical components of a meter to measure the amount of radiation.

In this example three quartz light guides 1, 2, 3, which are placed in a stationary manner in various positions 4, 5, 6 near to the plate to be weathered, are condensed in an accelerated weathering unit 7 to a bundle at 8; the light passes through a quartz lens 9, a slit 10 hits a concave mirror 11 and a refraction grating 12. The exiting dispersed radiation 13 bounces off the mirror 11 to the photodetector 14 which is designed as a diode array that can be mechanically shifted if necessary. The beam path is only schematically drawn in; the expert knows that in the housing are present light stops and filters for scattered light.

The electrical signal path is represented in Figure 2. The signal coming from two selected photodiodes 20, 21 of the photodiode array 14 is amplified 22, 23. It can be directly indicated by 24 a measure of the momentary radiation strength in the corresponding spectral range. The signal from every selected photodiode also always reaches the integrator 25, 26. When a certain level has been reached, an impulse is created through a trigger, this impulse increases the counter state by 1 in the counter 27, 28 that is placed downstream. For a high signal one can integrate in an analog manner. However, one has to digitally integrate for a low signal in order to insure the necessary precision. Expediently, one will provide an integrated surveillance circuit and warning circuit in reference to low voltage of the battery for a battery-powered unit.

#### Example 1

Embodiment for measuring the radiation intensity and quantity in accelerated weathering equipment (Weather-O-Meter<sup>R</sup>) with xenon arc emitters with the power rating of 5000-6500 watts.

The radiation emitted from the lamp is fed with the help of a quartz light guide that is 530 mm long and has a diameter of 10 mm to the entrance of the measuring unit: The front end on the light guide has a separation of about 340 mm from the focal point of the emitter. The optical part of the measuring unit consists of a biconvex lens ( $f=30$  mm) a slit (opening approximately 5 mm), a concave mirror ( $f=175$  mm), a flat, rotatable reflection grating (1440 lines/mm; "blazed" area = 25 mm X 20 mm) and a double detector system. The set bandwidth per detector is 7 nm. The necessary suppression of scattered light below 1% at 340 nm is managed by using a scattered light filter and numerous light stops.

The starting signals of the photodiodes – double detector (linear array LD2-1, Centronic Company, USA) are pre-amplified (AD503KH, Analog Devices Company, USA), amplified again (AD308, Analog Devices Company), integrated and alternatively directly indicated. For the direct indication of the radiation intensity, a digital voltmeter with a measurement range of 10V (Electro Numerics Company, USA) is used, this voltmeter is calibrated in  $\text{W/m}^2/\text{nm}$ . The integration of the radiation intensity takes place with the help of an integrator (AD503KH, Analog Devices Company) in connection with a  $10\mu\text{F}$  capacitor (MKB-1, Wima Company, Mannheim). A mechanical, six-place impulse counter is used for the indication of the amount of radiation. For the energy supply of the unit a highly stabilized power supply (+/-15V, 100 mA from the Oltronix Company, USA) is used.

### Example 2

Test of the stability of the measuring device in comparison to a commercially available device on the market.

Both devices were built into an accelerated weathering unit with 6500 watt xenon emitter for a test of the long term stability. The comparison was conducted at a central wavelength of approximately 340 nm, where the devices were continuously exposed to the UV radiation. A calibrated emitter in lieu of the otherwise used emitter was inserted for a short period of time to check the stability. The device constructed in the inventive manner demonstrated throughout three months an indicator constancy of the radiation intensity of +/-2.8%. On the other hand, the commercial device demonstrated within one month a reduction of the indicated radiation intensity, which was already 12% at the end of the month.

The test of the degree of transmission of the bell-jar filter used in the device resulted in a decrease of the degree of transmission by 19%, just as a wavelength shift of the transmission maximum by approximately 2 nm.

The filter showed after being deployed for 6 months in the measuring unit a considerable additional reduction in the transmission (-69%).

### Example 3

Test of the change in the spectral intensity of xenon emitters in the accelerated weathering unit.

The tests were conducted by using an inventively constructed measuring device that functioned at the 3 central wavelengths of 340 nm, 370 nm and 520 nm with bandwidths of 7 nm.

In comparing emitters of the same construction (for example 6500 watt) intensity differences resulted at the same power consumption, just as for the comparative emitter, said intensity differences were up to 20%, independent of which wavelengths were used to measure. By adapting the power consumption, an identical radiation emission as for the comparative emitter could be set with the help of the measuring device. The emission spectrum of an emitter balanced in this manner changes, however, after being in operation for 3000 hours in such a way that the intensity at 520 nm only is reduced by 22%, however at 340 nm, and correspondingly, at 370 nm, a reduction of 45% and 39% were observed, respectively. The reduction of the radiation intensity is still substantially larger in the spectral range below 340 nm, this range is especially important for exposure and weathering.

### Example 4

Use of the meter to measure the amount of radiation in Weather-O-Meter<sup>R</sup> – accelerated weathering devices with carbon arc emitters.

The accelerated weathering devices contain generally 3 carbon arc emitters. The devices available on the market cannot be employed for measuring the amount of radiation. The emission of the one, alternatively burning carbon arc emitter, cannot be measured with sufficient exactness with a stationary light guide. Only after employing at least 3 stationary, double-sided frosted light guides was a measurement of the amount of radiation possible. With this type of unit the typical requirement of +/-5% could not, however, be totally achieved. First through using, instead of a sample, a moving measuring device with double-sided frosted light guides for the additional vertical detection of the radiation impinging on the top surface of the sample was the necessary exactness for carbon arc Weather-O-Meter units able to be achieved.

### Example 5

An inventively constructed device can also be applied for measuring the amount of radiation for the outside weathering after adapting the degree of amplification by approximately an order of magnitude. A system of frosted light guides is used for adapting to the cosine distribution of the light hitting flat samples, said light guides are arranged at various angles off of perpendicular to the sample surface.

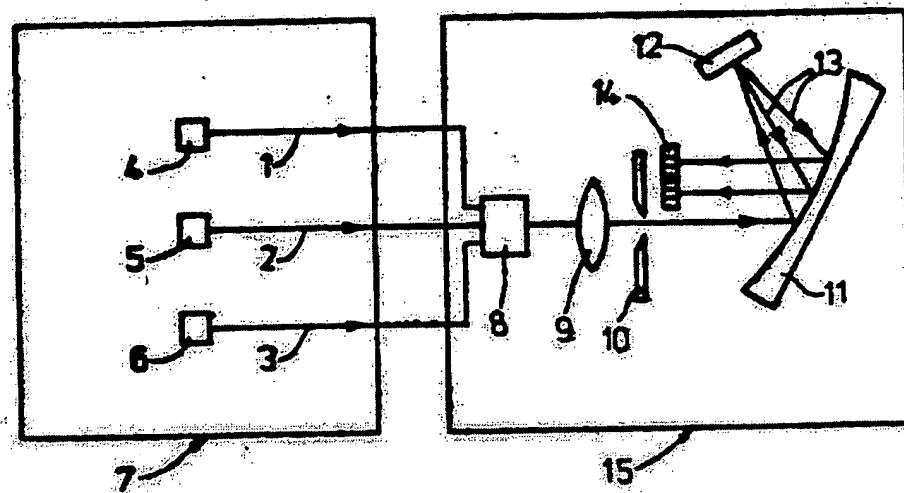


FIG. 1

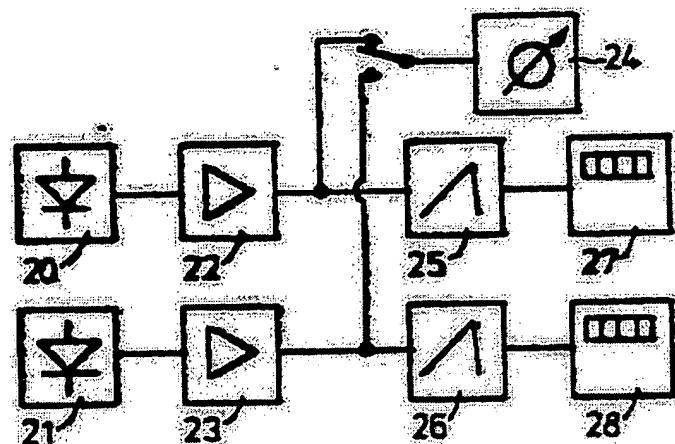


FIG. 2

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

# Offenlegungsschrift

⑩ DE 29 40 325 A 1

⑤ Int. Cl. 3:

G 01 N 17/00

G 01 J 1/42

G 01 J 3/38

⑩ Aktenzeichen:

P 29 40 325.6-52

⑩ Anmeldetag:

4. 10. 79

⑩ Offenlegungstag:

9. 4. 81

Erfindergut

⑩ Anmelder:

Original Hanau Heraeus GmbH, 6450 Hanau, DE

⑩ Erfinder:

Schmid, Helmut, Dr., 4150 Krefeld, DE; Bock, Martin, 4100  
Duisburg, DE; Kämpf, Günther, Dr., 4150 Krefeld, DE

④ Strahlungsmengenmesser

DE 29 40 325 A 1

DE 29 40 325 A 1

Patentansprüche

- 1) Strahlungsmengenmesser zur Bestimmung der Strahlungsmenge bei Bestrahlung oder Bewitterung von Proben, insbesondere für Kurzbewitterungsgeräte, enthaltend  
5 eine Vorrichtung zur spektralen Verengung oder Zerlegung der Strahlung, einen Eintrittsspalt und einen Strahlungsempfänger, wobei der Eintrittsspalt auf dem Strahlungsempfänger abgebildet ist, und Lichtleiter aus dem Bereich der im Kurzbewitterungsgerät angebrachten Proben zum Eintrittsspalt, sowie Versorgungs-, Speicher- und Anzeigegeräte, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlungsmengenmesser (15) zur Zerlegung der Strahlung ein Gitter (12) vorhanden ist und Strahlungsempfänger  
10 15 vorhanden sind, die so veränderbar sind, daß die Strahlungs-Intensität und -Menge in mindestens zwei wählbaren, spektral eingeschränkten Bereichen der einfallenden Strahlung des UV-Spektralbereiches meßbar ist.
- 20 2) Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlungsempfänger (14) eine Fotodiodenzeile (20,21) ist.
- 3) Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere ortsfeste Lichtleiter (1,2,3) von  
25 verschiedenen Orten (4,5,6) im Kurzbewitterungsgerät (7) ausgehend zum Spalt (10) des Strahlungs-

Le A 19 899

130015/0590

ORIGINAL DEUTSCHE

mengenmessers (15) führen, wo sie zusammengefaßt (8) sind und die aus allen Lichtleitern (1,2,3) kommende Strahlungsmenge im ausgewählten Spektralbereich vom Strahlungsempfänger (14) erfaßbar ist.

5 4) Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere auf dem Probenkarussell anstelle von Proben mitbewegte Lichtleiter (1,2,3) an verschiedenen Orten (4,5,6) der Querschnittsfläche der Proben im Kurzbewitterungsgerät (7) ausgehend zum Spalt (10) des Strahlungsmengenmessers (15) führen, wo sie zusammengefaßt (8) sind und die aus allen Lichtleitern (1,2,3) kommende Strahlungsmenge im ausgewählten Spektralbereich vom Strahlungsempfänger (14) erfaßbar ist.

10

2940325

BAYER AKTIENGESELLSCHAFT 3 5090 Leverkusen, Bayerwerk  
Zentralbereich Hö/Th 3. Okt. 1979  
Patente, Marken und Lizenzen

Strahlungsmengenmesser

Die Erfindung betrifft einen Strahlungsmengenmesser zur wellenlängenselektiven Bestimmung der Strahlungsmenge bei Bestrahlung oder Bewitterung von Proben, insbesondere in Kurzbewitterungsgeräten, vorrangig 5 bei Verwendung von Geräten mit Xenon- oder Quecksilberstrahler. Der Strahlungsmengenmesser enthält eine Vorrichtung zur spektralen Verengung oder Zerlegung der Strahlung, einen Eintrittsspalt und einen 10 Strahlungsempfänger, wobei der Eintrittsspalt auf dem Strahlungsempfänger abgebildet ist, einen Lichtleiter aus dem Bereich der im Kurzbewitterungsgerät angebrachten Proben zum Eingangsspalt sowie Versorgungs-, Speicher- und Anzeigegeräte.

Bei der Prüfung der Licht- und Wetterstabilität 15 von anorganischen und organischen Pigmenten, Kunststoffen oder Lacken werden die zu untersuchenden Proben der Freibewitterung ausgesetzt. In vielen Fällen wird zur Verkürzung der Versuchszeit die Bewitterung an Kurzbewitterungsgeräten mit Strahlungsquellen sehr 20 hoher Intensität, die häufig auch einen höheren UV-Anteil enthalten, durchgeführt. Es hat sich jedoch sowohl bei der Frei- als auch der Kurzbewitterung gezeigt, daß eine Korrelation mit der Bestrahlungszeit allein 25 zu sehr stark streuenden Ergebnissen führt, insbesondere weil sich während der Bestrahlungszeit das auf die Proben auftreffende Licht ändert, sowohl in

Le A 19 899

130015/0590

der Intensität als auch in der spektralen Verteilung. Insbesondere ist bei Verwendung von Kurzbewitterungsgeräten unterschiedlicher Konstruktion ein Vergleich der Ergebnisse oft nicht möglich, insbesondere

5 dann, wenn in den Geräten verschiedene Strahlungsquellen (Kohlebogen-, Xenon-, Hochdruckquecksilber- oder Leuchtstoffstrahler) verwendet werden.

In bekannten Strahlungsmeßgeräten besteht die Möglichkeit, durch Zwischenschalten verschiedener Filter in den Strahlengang vor den Strahlungsempfängern der Meßgeräte zu- 10 mindest qualitativ Änderungen der auf den Strahlungsempfänger auftreffenden Strahlung in verengten Spektralbereichen zu erkennen. So ist eine Vorrichtung bekannt, bei der ein Filter in den Strahlungsgang des Strahlungsmengenzählers auswechselbar eingesetzt werden kann. 15

In einer anderen Ausführungsform eines bekannten Strahlungs-Intensitäts-Meßgerätes werden im zeitlichen Wechsel drei verschiedene Filter in den Strahlengang geschwenkt und die Strahlungsintensitäten der drei 20 Wellenlängenbereiche abwechselnd registriert. Beide Vorrichtungen sind nur zur Bestimmung der Strahlung von Xenonbogenstrahlern geeignet.

Eine solche Vorrichtung ist jedoch aus verschiedenen Gründen nicht ausreichend. Man weiß, daß das Abbauverhalten von Bindemitteln oder Pigmenten stark davon 25 abhängt, wie das auffallende Licht spektral zusammengesetzt ist. So besteht das Bedürfnis, Proben mit einer solchen Strahlung zu beaufschlagen, die möglichst gut auf den fotoaktiven Bereich des Bindemittels und/

oder Pigmentes abgestimmt ist. Daher muß der Strahlungsmengenmesser so beschaffen sein, daß nur die Strahlung des (der) gewünschten Spektralbereiches (e) erfaßt wird.

Weiterhin ist die Konstanz der Empfindlichkeit im zugrundeliegten Wellenlängenbereich bei bekannten Vorrichtungen nicht gewährleistet; durch die starke Bestrahlung ändern sich unbemerkt und unkontrollierbar die Eigenschaften von Glocken- und Interferenzfiltern. Das alles führt zu erheblichen Unsicherheiten über die tatsächliche auf die Proben gefallene Strahlungsmenge und daraus resultiert die bekannte, störende, große Streubreite der Meßwerte bei den Prüfungen mit Kurzbewitterungsgeräten, insbesondere bei Messung der Strahlungsmenge des vorwiegend interessierenden UV-Spektralbereiches.

Wird mit dem Gerät gearbeitet, das nur ein Filter enthält, dann ist eine über den Wellenlängenbereich differenzierte Aussage der auf die Proben aufgefallenen Strahlungsmenge nicht möglich. Wird dagegen mit dem Gerät mit drei Filtern gearbeitet, dann werden kurzzeitige Schwankungen der Strahlungsintensität durch den zeitlichen Wechsel nicht zuverlässig erfaßt. Beide Geräte zeigen die genannten Instabilitäten der verwendeten Filter.

In der Praxis wird vielfach anstelle der Bestimmung der Strahlungsmenge die Belichtungszeit als Meßgröße der auf die Proben aufgefallenen Strahlungsmenge herangezogen. Dieses Verfahren setzt konstante Strahlungsvierteilung und konstante Intensität der Strahlungsquellen (Global-

strahlung bei der Freibewitterung, künstliche Strahlungsquellen bei der Kurzbewitterung) voraus, die in der Regel nicht gegeben sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die eben beschriebenen Nachteile zu vermeiden und ein Meßgerät zu entwickeln, das an die Meßaufgabe angepaßt werden kann, d.h. daß der Meßbereich mit dem (den) für die Bestrahlung der Proben optimalen Bereich(en) übereinstimmt und eine einfache Anpassung möglich ist, und daß eine Nacheichung oder 10 eine Umstellung während einer Bestrahlung möglichst vermieden werden kann. Die Aufgabe wird von einem Strahlungsmengenmesser gelöst, der dadurch gekennzeichnet ist, daß im Strahlungsmengenmesser zur Zerlegung der Strahlung einer Gitter vorhanden ist und Strahlungs- 15 empfänger vorhanden sind, die so veränderbar sind, daß die Strahlungsintensität und -menge in mindestens 2 wählbaren, spektral eingeschränkten Bereichen der einfallenden Strahlung des UV-, vis- Spektrums meßbar ist. Bevorzugt wird als Strahlungsempfänger eine Foto- 20 diodenzeile. Auch ist es vorteilhaft, wenn mehrere Lichtleiter von verschiedenen Orten im Kurzbewitterungs- gerät ausgehend zum Spalt des Strahlungsmessers führen, wo sie zusammengefaßt sind und so die aus allen Licht- leitern kommende Strahlungsmenge im ausgewählten Spek- 25 tralbereich erfaßbar ist. Dadurch können die Strahlungs- inhomogenitäten der Strahlung im Kurzbewitterungsgerät ausgemittelt werden. Weiter ist ein derartiges Meßgerät auch in Kurzbewitterungsgeräten einsetzbar, die mehr als einen Strahler enthalten. Weiter ist es vorteilhaft, 30 wenn neben der über die Zeit und/oder bestimmte Wellen- längenbereiche integrierende Strahlungsmengenmessung auch die momentane Strahlungsintensität anzeigbar ist.

Le A 19 899

130015/0590

Wenn die Zerlegung im Strahlungsmesser durch ein strahlungsresistentes, dispersives Element, wie Prisma oder Gitter erfolgt, ist gewährleitet, daß die Empfindlichkeit und Wellenlängenkonstanz des Strahlungsmengenmessers unverändert bleibt.

Ganz besonders wird ein Reflexionsgitter bevorzugt. Durch die Maßnahme, daß mindestens zwei Strahlungsempfänger vorhanden sind, die veränderbar sind, ist gewährleitet, daß die optimal für die Prüfung geeignete Strahlung auch gemessen wird. Wenn mit dem zweiten oder einem weiteren Strahlungsempfänger die einfallende Lichtmenge in einem spektralen Bereich gemessen wird, der nicht mit dem für die Bindemittel oder Pigmentprüfung optimalen Bereich identisch ist, so ergeben sich daraus vor allem in prüfungstechnischer Hinsicht erhebliche Vorteile. Mit dem zweiten oder weiteren Empfänger läßt sich beispielsweise ein Spektralbereich erfassen, der durch Normen festgelegt ist. Ebenso kann ein Meßwert auch auf andere Werte des Spektralbereichs bezogen werden, wodurch vor allem auch ein Anschluß an andere Meßreihen möglich wird. Aus Änderungen der Intensität in verschiedenen Spektralbereichen kann zusätzlich auch auf das Alterungsverhalten der Strahlungsquelle geschlossen werden.

Die Fotoempfänger sollen Gebiete im Bereich von 300 nm bis 700 nm, bevorzugt im Bereich von 300 nm bis 450 nm, überstreichen können.

Es ist bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung sehr einfach, neben der Strahlungsmengenmessung, die

Le A 19 899

130015/0590

eine Integration voraussetzt, auch den Augenblickswert der Strahlung zu messen, ohne daß die Strahlungsmengenmessung gestört wird.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es einfach 5 möglich, eine mechanische Vorrichtung zur seitlichen Verschiebung der Fotoempfänger in der Bildebene des Spaltes vorzusehen, und so die Vorrichtung für jede Aufgabe zu Beginn einer Messung zu optimieren. Als 10 Fotoempfänger ist insbesondere eine Fotodiodenzeile geeignet, die natürlich in gleicher Weise seitlich wie Einzelempfänger verschoben werden kann, wo es aber in der Regel genügt, die Diodenzeile mechanisch nicht zu verändern und die Signale von den "gerade passenden" Einzeldioden bzw. Diodengruppen abzunehmen, 15 die durch die Orientierung des Gitters zum Empfänger gegeben ist. Mit einer solche Diodenzeile ist es beispielsweise auch einfach möglich, während eines Versuches das Spektrum der Strahlungsquelle abzufragen; auch so können Alterungsscheinungen an der 20 Strahlenquelle und der häufig verwendeten Strahlungskonversionsfilter frühzeitig und eindeutig erkannt werden.

Es versteht sich, daß der erfindungsgemäße Strahlungsmengenmesser auch als Batteriegerät aufgebaut werden 25 kann. Die elektronischen Bauteile bestehen vorzugsweise aus energiesparenden integrierten Complementary Metall-Oxid-Silizium- (C-MOS) -Schaltkreisen in Verbindung mit einer Überwachungs- und Warnschaltung hinsichtlich Unterspannung der Batterie. Das Gerät 30 kann sehr klein gebaut werden.

Le A 19 899

130015/0590

Die pro Flächeneinheit auf die zu bewitternden Proben auftreffende Strahlungsmenge in bekannten Kurzbewitterungsapparaturen schwankt zeitlich und örtlich. Es kommt zu einseitigen Verschmutzungen 5 und Belagbildung an Lampe und den Strahlungskon-versionsfiltern.

Besonders große zeitliche und örtliche Schwankungen der Strahlungsintensität liegen bei Verwendung von Kohlenbogenstrahlern vor. Diese Geräte enthalten in der Regel 10 drei Strahlungsquellen, wobei im Wechsel immer nur ein Strahler brennt. Der jeweils beim Wechsel zündende Strahler ist in kurzen Zeitperioden nicht statistisch gegeben.

Bekanntlich wird daher die Lage der Proben nach einem bestimmten Rhythmus verändert. Mit einer speziellen 15 Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung können die örtlichen Schwankungen gemittelt werden. Dazu werden die an mehreren Orten in der Versuchseinrichtung angebrachten Lichtleiter zusammengefaßt und zum Spalt der Meßeinrichtung geführt. Die Optik 20 im Gerät muß so ausgeführt sein, daß das aus allen Lichtleitern austretende Licht auch registriert wird.

In einer Ausführungsform wird das Gerät als mitbewegtes Meßgerät anstelle einer oder mehrerer Proben

im Probenkarussell angebracht. Das Gerät wird dann bei den routinemäßigen Umhängungen der Proben entsprechend auch umgehängt. Der erforderliche Platzbedarf der Geräte (Breite der zu prüfenden

5 Querschnittsfläche) kann infolge der verwendeten Lichtleiter klein gehalten werden (z.B. 1 cm bis 3 cm). Bei diesem Gerät ist sowohl die zeitliche, als auch örtliche (horizontale und vertikale) Aus-mittelung der Strahlung vollständig möglich.

10 Die vollständige Ausmittelung ist unumgänglich bei Strahlungsmengenmessung für Kurzbewitterungsgeräte mit Kohlenbogenstrahler. Bei den Geräten mit Xenonbogen- oder Hochdruck-Quecksilberstrahlern ist die Verwendung von ortsfesten Lichtleitern im Gerät in

15 der Regel ausreichend. Dies gilt insbesondere dann, wenn man nur derart ausgesuchte Lampen in den Kurzbewitterungsgeräten einsetzt, deren geometrische Ausführungsform in engen Toleranzen konstant gehalten wird.

20 Durch die Möglichkeit, mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung die aufgefallene Strahlungsmenge sehr viel präziser zu ermitteln, wird eine ganze erhebliche Einengung der Streubreite der Ergebnisse bei Versuchen der Freibewitterung sowie insbesondere

25 in verschiedenen Kurzbewitterungsvorrichtungen und bei zeitlich aufeinanderfolgenden Versuchen in der gleichen Apparatur erreicht.

Die Vorrichtung ist nachfolgend beispielhaft beschrieben und in der Zeichnung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 den Strahlengang in einem Strahlungsmengen-  
5 messer  
Fig. 2 ein Blockschaltbild der elektrischen Teile  
eines Strahlungsmengenmessers.

In diesem Beispiel werden drei Quarzlichtleiter 1,2,3, die aus verschiedenen Positionen 4,5,6 in  
10 der Nähe der zu bewitternden Platten ortsfest angebracht sind, in einer Kurzbewitterungsanlage 7 zu einem Bündel bei 8 zusammengefaßt; das Licht gelangt über eine Quarzlinse 9, einen Spalt 10, einem Hohlspiegel 11 auf ein Reflexionsbeugungsgitter 12. Die austretende Streustrahlung 13 gelangt wieder über den Spiegel 11 zu dem Fotoempfänger 14, der als Diodenzeile, die gegebenenfalls noch mechanisch verschiebbar ist, ausgebildet ist. Der Strahlengang ist nur schematisch eingezeichnet; dem Fachmann ist bekannt, daß in dem Gehäuse 15 Blenden und Streulichtfilter vorhanden sind.

In Fig. 2 ist der elektrische Signalverlauf dargestellt. Das aus zwei ausgewählten Fotodioden 20, 21 der Fotodiodenzeile 14 kommende Signal wird verstärkt  
25 22,23. Es kann durch 24 direkt angezeigt werden, ein Maß für die augeblickliche Bestrahlungsstärke in dem entsprechenden Spektralbereich. Das Signal

von jeder ausgewählten Fotodiode gelangt immer auch zu einem Integrator 25,26. Beim Erreichen einer bestimmten Höhe wird über eine Kippstufe ein Impuls erzeugt, der in dem nachgeschalteten Zählwerk 27,28 den Zählerstand um 1 erhöht. Bei hohem Nutzsignal kann analog integriert werden. Dagegen muß bei niedrigem Nutzsignal digital integriert werden um die notwendige Genauigkeit zu gewährleisten. Zweckmäßigerweise wird man bei einem batteriebetriebenen Gerät eine integrierte Überwachungs- und Warnschaltung hinsichtlich Unter- spannung der Batterie vorsehen.

Beispiel 1

Ausführungsbeispiel zur Messung der Strahlungsintensität und -Menge in Kurzbewitterungsgeräten (Weather-O-Meter <sup>(R)</sup>), mit Xenonbogenstrahler der Leistung 5000-6500

5 Watt.

Die von der Lampe emittierte Strahlung wird mit Hilfe eines Quarzlichtleiters der Länge 530 mm und Durchmesser 10 mm zum Eingang des Meßgerätes geführt: Das vordere Ende des Lichtleiters hat einen Abstand von

10 ca. 340 mm vom Brennpunkt des Strahlers. Der optische Teil des Meßgerätes besteht aus einer bikonvexen Linse ( $f=30$  mm), einem Spalt (Öffnung ca. 5 mm), einem Hohlspiegel ( $f=175$  mm), einem planen, drehbar angeordneten Reflexionsgitter (1440 Linien/mm; "blazed" area-Fläche = 25 mm x 20 mm) und einem Doppel-Empfängersystem. Die eingestellte Bandbreite pro Empfänger beträgt 7 nm. Die notwendige Unterdrückung des Streulichtes unter 1 % bei 340 nm gelingt durch Verwendung eines Streulichtfilters und zahlreichen Blenden.

20 Die Ausgangssignale des Fotodioden-Doppelempfängers (Linear Array LD2-1, Fa. Centronic, USA) werden verstärkt (AD503KH, Fa. Analog Devices, USA), nachverstärkt (AD308, Fa. Analog Devices), integriert und wahlweise direkt angezeigt. Zur direkten Anzeige der

25 Strahlungsintensität wird ein in  $\text{W}/\text{m}^2/\text{nm}$  geeichnetes Digitalvoltmeter (Fa. Elektro Numerics, USA) mit Meßbereich 10V verwendet. Die Integration der Strahlungs-

intensität erfolgt mit Hilfe eines Integrators (AD503KH, Fa. Analog Devices) in Verbindung mit einem 10,  $\mu$ F-Kondensator (MKB-1, Fa. Wima, Mannheim). Zur Anzeige der Strahlungsmenge wird ein mechanischer, 5 sechsstelliger Impulszähler verwendet. Zur Spannungsversorgung des Gerätes wird ein hochstabilisiertes Netzteil ( $\pm$  15V, 100 mA der Fa. Oltronix, USA) herangezogen.

Beispiel 2

10 Prüfung der Stabilität des Meßgerätes im Vergleich zu einem kommerziellen Gerät des Marktes.

Zur Prüfung der Langzeitstabilität wurden beide Geräte in ein Kurzbewitterungsgerät mit 6500 Watt-Xenonstrahler eingebaut. Der Vergleich wurde bei einer Schwerpunktwellenlänge von ca. 340 nm durchgeführt, wobei die Geräte ununterbrochen der UV-Strahlung ausgesetzt waren. Zur Kontrolle der Stabilität wurde kurzzeitig ein Eichstrahler anstelle des sonst verwendeten Strahlers eingebaut. Das erfindungsgemäß aufgebaute Gerät zeigte inner- 15 halb von 3 Monaten eine Anzeigekonstanz der Strahlungsintensität von  $\pm$  2,8 %. Dagegen zeigte das kommerzielle Gerät innerhalb von 1 Monat eine Abnahme der ange- 20 zeigten Strahlungsintensität, die zum Ende des Monats bereits 12 % betrug.

25 Die Kontrolle des Transmissionsgrades des in dem Gerät verwendeten Glockenfilters ergab eine Abnahme des Durch-

Le A 19 899

130015/0590

laßgrades um 19 %, sowie eine Wellenlängenverschiebung des Transmissionsmaximums um ca. 2 nm.

Das Filter zeigte nach 6-monatigem ununterbrochenen Einsatz im Meßgerät eine beträchtliche weitere Abnahme 5 der Transmission (-69 %).

### Beispiel 3

Prüfung der Veränderung der spektralen Intensität von Xenon-Strahlern im Kurzbewitterungsgerät.

Die Prüfungen wurden unter Verwendung eines erfindungsgemäß aufgebauten Meßgerätes, das bei den 3 Schwerpunktwellenlängen 340 nm, 370 nm und 520 nm mit Bandbreiten von 7 nm arbeitete, durchgeführt.

Beim Vergleich von Strahlern gleicher Bauart (z.B. 6500 Watt) ergaben sich bei gleicher Leistungsaufnahme wie 15 bei dem Vergleichsstrahler Intensitätsunterschiede, die unabhängig von der zugrunde gelegten Wellenlänge bis zu 20 % betrugen. Durch Anpassung der Leistungsaufnahme konnte mit Hilfe des Meßgerätes eine identische Strahlungsemision wie beim Vergleichsstrahler eingestellt werden. 20 Das Emissions-Spektrum eines so angeglichenen Strahlers verändert sich jedoch nach einer Betriebzeit von 3000 Stunden derart, daß die Intensität bei 520 nm sich nur um 22 % reduzierte, jedoch bei 340 nm bzw. 370 nm ein Rückgang um 45 % bzw. 39 % zu beobachten war. Der Rückgang der Strahlungsintensität ist in dem für die Be- 25

Le A 19 899

130015/0590

lichtung und Bewitterung besonders wichtigen Spektralbereich unterhalb 340 nm noch erheblich größer.

Beispiel 4

5 Einsatz des Strahlungsmengenmeßgerätes bei Weather-O-Meter<sup>(R)</sup>-Kurzbewitterungsgeräten mit Kohlenbogenstrahlern.

Die Kurzbewitterungsgeräte enthalten in der Regel 3 Kohlenbogenstrahler. Zur Strahlungsmengenmessung sind die auf dem Markt befindlichen Geräte nicht einsetzbar. Die Emission des einen, wahlweise brennenden Kohlenbogenstrahlers kann mit einem ortsfesten Lichtleiter nicht ausreichend genau gemessen werden. Erst durch Verwendung von mindestens 3 ortsfesten, beidseitig mattierten Lichtleitern war eine Strahlungsmengenmessung möglich. Mit einem solchen Gerät konnte jedoch die übliche Anforderung von  $\pm 5\%$  nicht ganz erreicht werden. Erst durch Verwendung eines anstelle einer Probe mitbewegten Meßgerätes mit beidseitig mattierten Lichtleitern zur zusätzlichen vertikalen Ausmittlung der auf die Probenoberfläche fallenden Strahlung war die erforderliche Genauigkeit für Kohlenbogen-Weather-O-Metergeräte erreichbar.

Beispiel 5

Einsatz des Gerätes bei der Außenbewitterung.

Ein erfindungsgemäß aufgebautes Gerät kann nach Anpassung des Verstärkungsgrades um ca. eine Größenordnung 25 auch zur Strahlungsmengenmessung bei der Außenbewitterung herangezogen werden. Zur Anpassung an die Cosinus-Verteilung des auf ebene Proben auftreffenden Lichtes wird ein System von mattierten Lichtleitern verwendet, die unter verschiedenen Winkeln zur Normalen der Probenoberfläche 30 angeordnet sind.

Le A 19 899

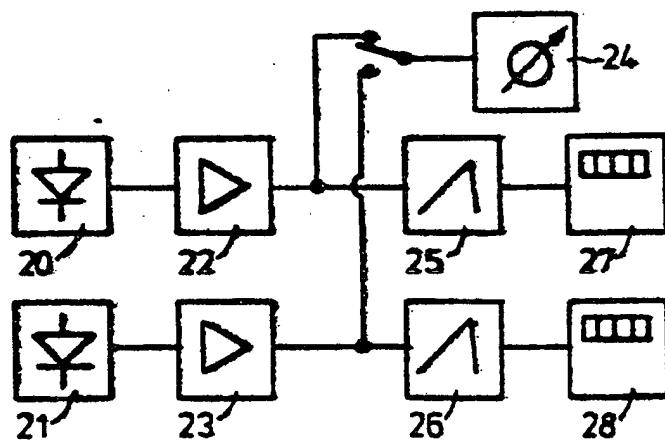
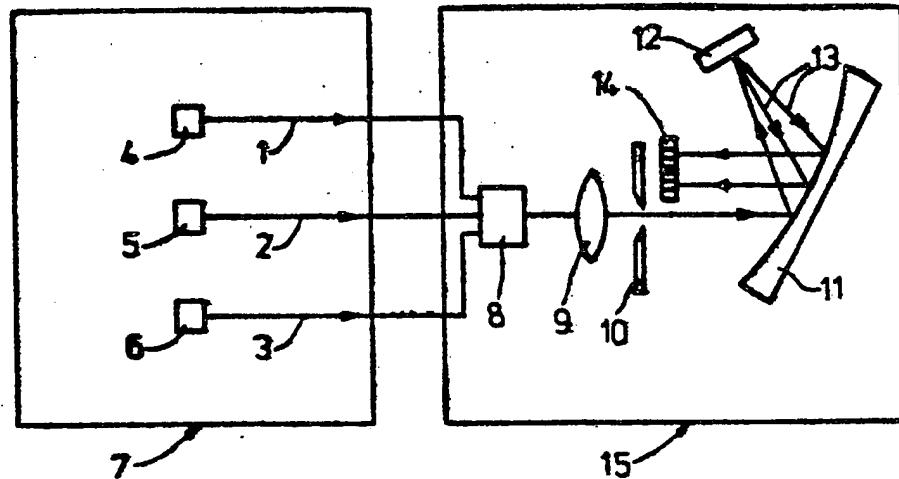
130015/0590

2940325

Nummer:  
Int. Cl. 3:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

29 40 325  
G 01 N 17/00  
4. Oktober 1979  
9. April 1981

- 17 -



130015/0590

ORIGINAL INSPECTED

999